

E6373

PASSIVE SHIELD TYPE SUPERCONDUCTIVE MAGNET

Patent Number: JP11155831

Publication date: 1999-06-15

Inventor(s): TAZAKI HIROSHI; IIZUKA CHIKAKO; TAKESHIMA HIROTAKA; YAO TAKESHI;
HONNA TAKAO; TANABE HAJIME

Applicant(s):: HITACHI MEDICAL CORP; MITSUBISHI ELECTRIC CORP

Requested
Patent: ☐ JP11155831Application
Number: JP19970347113 19971201Priority Number
(s):

IPC

Classification: A61B5/055 ; G01R33/421 ; H01F6/00

EC Classification:

Equivalents:

Abstract

PROBLEM TO BE SOLVED: To prevent leakage magnetic field from adversely affecting upon a freezer by installing the freezer in a small position of a leakage magnetic field on an upper magnetic shield plate.

SOLUTION: A static magnetic field generating source 1 comprising a pair of superconductive coils 2 clamping a uniform magnetic field area 10 between them, and cooler 3 storing the coils are arranged on the upper and lower sides, magnetic shield plates 2 are disposed above and below the sources, and two yokes 5 are arranged on the sides of the shield plates. The magnetic shield plates 4 and the yokes 5 are formed by a ferromagnetic bodies, and the combination of the members form a return circuit for a line of magnetic flux generated in a uniform magnetic field area 10 by the static magnetic field 1. A freezer 12 for cooling the cooler 3 is installed in a substantially vertical bisector of a line segment connecting two shield-yoke joint regions (a part for joining the magnetic shield plate 4 and the yoke 5) on the upper magnetic shield plate 4. Since the leakage magnetic field is minimum in this part on the upper magnetic shield plate 4, an adverse influence of the magnetic field upon the freezer 12 is minimized.

Data supplied from the esp@cenet database - I2

(19)日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平11-155831

(43)公開日 平成11年(1999) 6月15日

(51)Int.Cl.⁵

A 6 1 B 5/055

G 0 1 R 33/421

H 0 1 F 6/00

識別記号

Z A A

F I

A 6 1 B 5/05

G 0 1 N 24/02

H 0 1 F 7/22

3 3 1

3 6 2

5 4 0 A

Z A A A

審査請求 未請求 請求項の数5 F D (全 7 頁)

(21)出願番号

特願平9-347113

(22)出願日

平成9年(1997)12月1日

(71)出願人 000153498

株式会社日立メディコ

東京都千代田区内神田1丁目1番14号

(71)出願人 000006013

三菱電機株式会社

東京都千代田区丸の内二丁目2番3号

(72)発明者 田崎 寛

東京都千代田区内神田一丁目1番14号 株式会社日立メディコ内

(72)発明者 飯塚 千賀子

東京都千代田区内神田一丁目1番14号 株式会社日立メディコ内

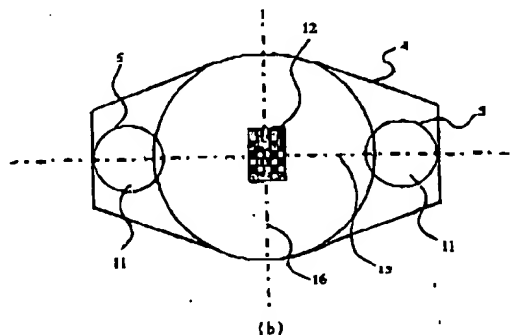
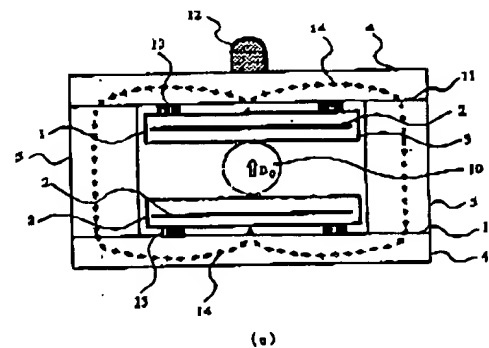
最終頁に続く

(54)【発明の名称】 パッシブシールド型超電導磁石

(57)【要約】

【課題】 漏洩磁場が冷凍機に悪影響を及ぼすことのないパッシブシールド型超電導磁石を提供する。

【解決手段】 均一磁場領域(10)を挟んで1組の超電導コイル(2)とこれを收容する冷却容器(3)とから成る静磁場発生源(1)が上下方向に配列され、その上下に磁気シールド板(2)が、その側方に2本のヨーク(5)が配列されている。磁気シールド板(4)とヨーク(5)は強磁性体から成り、それらの組合せは、静磁場発生源(1)が均一磁場領域(10)に発生する磁束線(14)の帰路を構成する。冷却容器(3)を冷却する冷凍機(12)は、上側磁気シールド板(4)上の、2つのシールド・ヨーク接合部位(磁気シールド板(4)とヨーク(5)とを接合する部分)(11)を結ぶ線分のほぼ垂直2等分線上に設置される。この部分は、上側磁気シールド板(4)上で漏洩磁場の最も小さい位置であるので、冷凍機(12)に対する磁場の悪影響が最も小さくなる。



(2)

特開平11-155831

【特許請求の範囲】

【請求項1】 上下方向に対向して配置された1組の超電導コイルと、それぞれの超電導コイルを収納し冷却する1組の冷却容器とから成る静磁場発生源を有し、該静磁場発生源の上下外側に強磁性体から成る磁気シールド板を配置し、該上下の磁気シールド板の間を1本以上の強磁性体から成るヨークにて結合するパッシブシールド型超電導磁石において、前記冷却容器を冷却する冷凍機が上側磁気シールド板の上で、かつ、該上側磁気シールド板と前記ヨークの接合部位（以下、シールド板・ヨーク接合部位という）から離れた位置に取り付けられていることを特徴とするパッシブシールド型超電導磁石。

【請求項2】 請求項1記載のパッシブシールド型超電導磁石において、前記ヨークが1本であり、前記冷凍機が前記上側磁気シールド板の中央部又は該中央部よりも前記シールド板・ヨーク接合部位から離れた位置に取り付けられていることを特徴とするパッシブシールド型超電導磁石。

【請求項3】 請求項1記載のパッシブシールド型超電導磁石において、前記ヨークが2本以上であり、前記冷凍機が隣合う前記シールド板・ヨーク接合部位を結ぶ線分のほぼ垂直2等分線上に取り付けられていることを特徴とするパッシブシールド型超電導磁石。

【請求項4】 請求項1乃至3記載のパッシブシールド型超電導磁石において、前記冷凍機が前記上側磁気シールド板の上に設けた非磁性体から成る固定板上に取り付けられていることを特徴とするパッシブシールド型超電導磁石。

【請求項5】 請求項1乃至4記載のパッシブシールド型超電導磁石において、前記冷凍機が前記上側磁気シールド板を通して前記冷却容器に接続されていることを特徴とするパッシブシールド型超電導磁石。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明は、磁気共鳴イメージング（以下、MRIと略称する）装置などに使用されるパッシブシールド型超電導磁石に係り、特にパッシブシールド型超電導磁石での冷凍機の取付構造の改良に関する。

【0002】

【従来の技術】 超電導磁石は様々な分野で用いられているが、汎用超電導磁石として現在最も実用化が進んでいるのはMRI装置への利用である。MRI装置は、磁石により、一定空間内に、一定方向に、一定磁場強度の均一磁場を作り、各種コイル（傾斜磁場コイル—MRIに際し、スピンの位置情報を得るために傾斜磁場を与える；高周波（RF）コイル—被検体に高周波磁場を照射し、原子核を励起すると共に、被検体で発生した核磁気共鳴（NMR）信号を受信する；等）を用い、前記空間内に挿入された被検体からのNMR情報を収集し、被検

体の任意位置、任意方向の断面図を再構成するものである。一般に、MRI装置は均一磁場の方向により、水平方向のものと、垂直方向のものに分類される。

【0003】 医用MRI装置では、従来、超電導磁石を使用したものとしては水平磁場方式が一般的であった。しかし、近年磁石として永久磁石を用いた、均一磁場が垂直方向である開放型永久磁石方式MRI装置が実用化され、その開放性ゆえに、広く全世界に価値が認識されるようになった。そこで、現在では、永久磁石では達成できない高い磁場強度を生成することができる超電導方式による開放型（垂直磁場方式）MRI装置の開発が行われている。

【0004】 超電導磁石においては、均一磁場を発生するための超電導コイルの冷却方法が重要な技術となる。超電導磁石の冷却方法としては、一般に下記の4種類が行われている。（中込秀樹；冷凍機を用いた超電導マグネット：第1回超伝導・低温若手セミナー テキスト 題目：超伝導の基礎理論・デバイスの基礎と冷凍機の原理・応用、p. 14～20、平成8年7月25日～27日、低温工学協会東北・北海道支部主催）

（1）開放タイプ；冷媒（液体ヘリウム等）のみを用いて冷却する方式で、冷媒容器内で超電導コイルを冷媒に浸漬させて冷却する。

（2）ベビーシッタタイプ；超電導コイル自体については（1）と同様に冷媒で直接冷却し、冷却容器のうちの冷媒容器を収容する2層の熱シールドを極低温冷凍機で2つの温度レベル（例えば、77Kと20K）にて冷却するものである。

（3）直接冷却タイプ；超電導コイル自体については

（1）と同様に冷媒で直接冷却するが、極低温冷凍機にて気化した冷媒を再度液化して冷媒容器に戻すものである。

（4）冷凍機直接タイプ；極低温冷凍機の先端の温度を超電導コイルの臨界温度以下にして直接（又は熱の良伝導体を介して）超電導コイルを冷却するものである。上記の冷却方法において、初期は、（1）の方法が超電導方式MRI装置の冷却の主流を占めていたが、近年では極低温冷凍機の性能向上にともない、（2）～（4）の方法が次第に用いられるようになってきた。

【0005】

【発明が解決しようとする課題】 垂直磁場方式超電導磁石において、均一磁場の磁場強度を高めようとすると、磁場の漏洩が大きくなり、この磁場の漏洩をどのように防止するかが問題となる。特願平8-165317や特開平5-234746号公報には、図8に示すように、1組の超電導コイル2と冷却容器3とから成る静磁場発生源1を、上下に配置した強磁性体から成る磁気シールド板4と磁気シールド板を支持する強磁性体から成るヨーク5にて囲む構造の垂直磁場方式の超電導磁石が開示されている。この構造の超電導磁石では、静磁場発生源

(3)

特開平11-155831

1と磁気シールド板4とヨーク5とで磁気回路を構成し、静磁場発生源1で発生した磁場が超電導磁石の外部に漏洩するのを極力防止している。このような超電導磁石は、パッシブシールド型超電導磁石と呼ばれている。

【0006】このパッシブシールド型超電導磁石を用いて、高磁場の垂直磁場方式MRI装置を構成しようとする場合、漏洩磁場を低減するためには、磁気シールド板4を厚くし、ヨーク5を太くしなければならないので、多量の強磁性体が必要となり、装置は大型化する。装置を小型・コンパクト化しようすると、漏洩磁場の低減が不十分になることが考えられる。

【0007】一方、超電導磁石の冷却に使用される極低温冷凍機（以下、冷凍機という）は、液体ヘリウム等の冷媒の蒸発した気体を高温側で圧縮し、低温側で膨張させることにより気体のエントロピーを変化させ、熱エネルギーを低温側から高温側に移動し、冷凍機の前部部

（低温側）を冷却するものである。高温側で気体を圧縮する部分を圧縮機と呼んでいるが、この圧縮機はピストンを用い、気体の圧縮作業を行っている。ピストンを駆動させるためにインダクションモータが使用されている。インダクションモータ内の磁性体は直流の漏洩磁場にさらされると、磁性体が飽和し、モータが動かなくなることがあり、また、この磁性体が交流の漏洩磁場にさらされると、モータの回転周波数が乱れることがある等の問題があり、冷凍機を漏洩磁場の大きい位置に設置する動作不良を起こすことがある。

【0008】以上説明した如く、超電導磁石における冷凍機の配置は重要な課題であり、この配置の如何によっては冷凍機の性能を十分発揮できず、超電導磁石の性能にも影響を及ぼす可能性がある。また、本発明の対象としている垂直磁場方式のパッシブシールド型超電導磁石に冷凍機を設置する場合の設置位置についても、殆ど検討されていなかった。従って、本発明では、漏洩磁場が冷凍機に悪影響を及ぼすことのないパッシブシールド型超電導磁石を提供することを目的とする。

【0009】

【課題を解決するための手段】上記目的を達成するため、本発明のパッシブシールド型超電導磁石は、上下方向に対向して配置された1組の超電導コイルと、それぞれの超電導コイルを収納し冷却する1組の冷却容器とから成る静磁場発生源を有し、該静磁場発生源の上下外側に強磁性体から成る磁気シールド板を配置し、該上下の磁気シールド板の間を1本以上の強磁性体から成るヨークにて結合するパッシブシールド型超電導磁石において、前記冷却容器を冷却する冷凍機が上側磁気シールド板の上で、かつ、該上側磁気シールド板と前記ヨークの接合部位（以下、シールド板・ヨーク接合部位という）から離れた位置に取り付けられている（請求項1）。

【0010】パッシブシールド型超電導磁石では、上側磁気シールド板上においては、シールド板・ヨーク接合

部位の周辺部の漏洩磁場が大きくなり、それから離れた位置で漏洩磁場が小さくなるので、上記構成のように冷凍機を取り付け配置することにより、漏洩磁場による冷凍機への悪影響を低減することができる。

【0011】本発明のパッシブシールド型超電導磁石では更に、前記ヨークが1本であり、前記冷凍機が前記上側磁気シールド板の中央部又は該中央部よりも前記シールド板・ヨーク接合部位から離れた位置に取り付けられている（請求項2）。この構成では、シールド板・ヨーク接合部位が1箇所であり、その周辺部の漏洩磁場が大きくなる。従って、冷凍機を取り付け位置をシールド板・ヨーク接合部位を基準にして上側磁気シールド板の中央部、またはそれより遠い位置まで離せば漏洩磁場を小さくすることができる。

【0012】本発明のパッシブシールド型超電導磁石では更に、前記ヨークが2本以上であり、前記冷凍機が隣合う前記シールド板・ヨーク接合部位を結ぶ線分のほぼ垂直2等分線上に取り付けられている（請求項3）。ヨークが2本以上の場合には、隣合うシールド板・ヨーク接合部位からほぼ等距離の位置において漏洩磁場が最も小さくなるので、上記構成のように冷凍機を取り付け配置することにより、漏洩磁場による冷凍機への悪影響を大幅に低減することができる。

【0013】本発明のパッシブシールド型超電導磁石では更に、前記冷凍機が前記上側磁気シールド板の上に設けた非磁性体から成る固定板上に取り付けられている（請求項4）。この構成では、冷凍機と上側磁気シールド板の間に固定板を挿しているため、固定板の厚さ分だけ超電導コイルより離れることになり、漏洩磁場強度は小さくなる。また、固定板を加工してこれに冷凍機を強固に固定することも可能となる。

【0014】本発明のパッシブシールド型超電導磁石では更に、前記冷凍機が前記上側磁気シールド板を通して前記冷却容器に結合されている（請求項5）。この構成では、冷凍機が上側磁気シールド板を介して冷却容器に結合されており、かつ、漏洩磁場の小さい位置に取り付けられているので、冷凍機の動作信頼性が向上し、超電導コイルの冷却が確実に行われる。

【0015】

【発明の実施の形態】以下、本発明の実施例を添付図面に基いて説明する。図1に、本発明のパッシブシールド型超電導磁石の第1の実施例を示す。図1(a)は縦断面図、図1(b)は上面図である。図1(a)において、超電導磁石は、均一磁場領域10に垂直磁場 B_0 を発生する静磁場発生源1と、この静磁場発生源1の発生する磁束線の帰路を構成する磁気シールド板4とヨーク5の組合せと、静磁場発生源1を冷却する冷凍機12と、静磁場発生源1を磁気シールド板4に固定する固定部13とからなる。

【0016】静磁場発生源1は、均一磁場領域10の上

(4)

特開平11-155831

下に配置された1組の超電導コイル2と、超電導コイル2を収納し冷却する1組の冷却容器3とから構成される。上下の超電導コイル2は、各々1個以上のコイルから成り、コイルの配列を適当にすることにより、均一磁場領域10に均一性の良い高磁場を発生する。冷却容器2は、超電導コイル2を超電導状態に保持する超電導専用冷媒（液体ヘリウムなど）を収容する冷媒容器と、冷媒容器を囲む熱シールドと、熱シールドを囲む真空容器とから成る。

【0017】磁束線14の帰路となる磁気シールド板4とヨーク5は共に鉄などの強磁性体から成る。磁気シールド板4は、静磁場発生源1の上下にほぼ水平に配置される。以後、上側に配置されたものを上側磁気シールド板、下側に配置されたものを下側磁気シールド板と呼ぶことにする。冷却容器2は固定部13により磁気シールド板4に固定されている。磁気シールド板4とヨーク5とは、ヨーク5の端部で接合されている。以下、この接合部位をシールド板・ヨーク接合部位と呼ぶ。本実施例の場合、上側磁気シールド板4は2本のヨーク5に支持され、ヨーク5の長さにより、上下の磁気シールド板4の間隔および冷却容器3の間隔が保持されている。このように磁束線14の帰路を構成することにより、超電導コイル2によって発生された磁束14の大部分は、均一磁場領域10から上側の超電導コイル2、上側磁気シールド板4、上側のシールド板・ヨーク接合部位11、ヨーク5、下側のシールド板・ヨーク接合部位11、下側磁気シールド板4、下側の超電導コイル2を経由して、均一磁場領域10に戻るようになる。

【0018】図2は、本実施例のパッシブシールド型超電導磁石における磁束分布の概略を示したものである。図2によれば、均一磁場領域10を発した磁束14は上側の超電導コイル2を通った後に、上側磁気シールド板4において左右の方向に分かれ、左右のシールド板・ヨーク接合部位11を通過して、左右のヨーク5に入る。このため、上側磁気シールド板4上のシールド板・ヨーク接合部位11の周辺部で磁場強度が高く、中央部は磁場強度の低い場所になっている。これは、ヨーク5を2本配置したことにより、超電導コイル2で発生した磁束14が上側磁気シールド板4の中央部で左右に分かれ、左右のシールド板・ヨーク接合部位11に向かって集中して行くためと考えられる。この磁束線の分布を考慮して、本実施例では、冷凍機12を上側磁気シールド板4上であって、その中央部に配置したものである。

【0019】これを図1(b)に基づいて説明する。図1(b)は、本実施例の超電導磁石を上から見た図である。上側磁気シールド板4の内部では、磁束線14は図中の上下方向の中心線16を境にして、左右のシールド板・ヨーク接合部位11に向かうことになる。このため、上側磁気シールド板4上のこの中心線16上の部分

は漏洩磁場の最も少ない部位となる。この中心線16は、シールド板・ヨーク接合部位11から最も離れた位置であり、また2つのシールド板・ヨーク接合部位11を結ぶ線分15の垂直二等分線に相当する。以上のことから、上側磁気シールド板4上のこの中心線16上、又はその近傍に冷凍機12を配置すれば、この部分の漏洩磁場が最も小さくなり、冷凍機に対する磁場の悪影響を最も小さくすることができる。

【0020】図3には、本発明のパッシブシールド型超電導磁石の第2の実施例を示す。図3は、超電導磁石の上面図である。本実施例は、2本のヨーク5をもつ超電導磁石であるが、冷凍機12を2つのシールド板・ヨーク接合部位11を結ぶ線分15の垂直二等分線16上であるが、上側磁気シールド板4の中央部でなく、周辺部に位置をずらして配置したものである。冷凍機12を上側磁気シールド板4の周辺部に配置することにより、冷凍機12のメンテナンス時等に、冷凍機12へのアクセス性が良くなり、修理者の負担が軽減される。

【0021】図4には本発明のパッシブシールド型超電導磁石の第3の実施例を示す。本実施例では、上側磁気シールド板4と冷凍機12との間に固定板15を挿入している。固定板15の材質は非磁性体とし、その厚さを適当に厚くすることにより、冷凍機12を超電導コイル2から離すことができる。その結果、冷凍機12が設置される位置の漏洩磁場を低減できるので、磁場の冷凍機への悪影響を更に低減できる。また、固定板15は冷凍機12を固定しやすい構造に加工することも可能であるので、固定板12を介して冷凍機12を固定する方が、上側磁気シールド板4に直接固定するよりも強固に固定されるので、耐振性などを向上することができる。

【0022】図5には、本発明のパッシブシールド型超電導磁石の第4の実施例を示す。本実施例はヨーク5が1本の場合のものである。図6は、ヨーク5が1本の場合の超電導磁石の磁束分布の概略を示したものである。図6によれば、均一磁場領域10を発した磁束14の大部分は上側の超電導コイル2を通った後、上側磁気シールド板4内でシールド板・ヨーク接合部位11のある左側に進み、シールド板・ヨーク接合部位11を通過して、ヨーク5に入る。このため、上側磁気シールド板上では、シールド板・ヨーク接合部位11の周辺部で漏洩磁場が大きく、その中央部又は中央部よりもシールド板・ヨーク接合部位11から離れた位置において漏洩磁場が小さくなっている。この磁束線の分布を考慮して、本実施例では、冷凍機12を上側磁気シールド板4上であって、その中央部又は中央部よりもシールド板・ヨーク接合部位11から離れた位置に配置したものである。

【0023】また、上記第4の実施例の1本ヨークの超電導磁石においても、第2の実施例の如く、冷凍機12を上側磁気シールド板4の周辺部に配置したり、第3の実施例の如く、冷凍機12と上側磁気シールド板4との

(5)

特開平11-155831

間に固定板15を挿入することは可能であり、各々の実施例で得られる効果と同様な効果が得られる。

【0024】3本以上のヨーク5を持つパッシブシールド型超電導磁石においては、隣合う2本のヨーク5の間での上側磁気シールド板4内の磁束分布は2本のヨーク5を持つ超電導磁石の磁束分布に近似するものとなり、上側磁気シールド板4上では、隣合う2つのシールド板・ヨーク接合部位11を結ぶ線分の垂直2等分線上において漏洩磁場が小さくなる。従って、第1の実施例と同様に、冷凍機12を上側磁気シールド板4上の、隣合う2つのシールド板・ヨーク接合部位11を結ぶ線分のほぼ垂直2等分線上に配置するのが、磁場の冷凍機への悪影響を低減するのに効果がある。

【0025】図7に、本発明のパッシブシールド型超電導磁石の第5の実施例を示す。本実施例では、冷凍機12と冷却容器2との接続構造例を示したものである。図7は、本実施例の要部断面図を示したものである。図7において、上側磁気シールド板4の上に冷凍機12が配置され、上側磁気シールド板4の下部に上側の冷却容器3が支持されている。上側磁気シールド板4に穴25が設けられ、この穴25を通して、冷却容器3と冷凍機12とが接続されている。冷却容器3は、液体ヘリウム等の冷媒を収容する冷媒容器21と、冷媒容器21を収容する2層の熱シールド22、23と、熱シールド22、23を収容する真空容器24とから成り、超電導コイル2は冷媒容器21内の冷媒に浸漬して、超電導状態に冷却される。冷凍機12は2つの温度レベルの冷却用のステージを持つ極低温冷凍機で、冷却方式はベビーシッタータイプである。冷凍機12は、冷却機本体部26と第1ステージ冷却部27と第2ステージ冷却部28とから成り、第1ステージ冷却部27は管29を通して内側の熱シールド22に、第2ステージ冷却部28は管30を通して外側の熱シールド23に、それぞれ接続されている。このとき、各熱シールドは、別々の温度に、例えば内側の熱シールド22は20Kに、外側の熱シールド23は80Kに冷却される。冷凍機12全体としては、管31を通して真空容器24に接続される。このように冷却方式を構成することにより、熱シールド22、23の冷却を通して、冷媒容器21内の冷媒が冷却され、超電導コイル2が超電導状態に保持される。なお、上側の冷却容器と下側の冷却容器との間は、連結管などにより、真空容器24、熱シールド22、23、冷媒容器21それぞれについて連結すればよい。

【0026】真空容器24に接続された管31とそれを通す穴25については、強磁性体などで確実に覆ったり、穴25を小さくしたりして、上側磁気シールド板4の上に磁場が漏れないようにし、冷凍機本体26内のインダクションモータなどに磁場が悪影響しないようにする。

【0027】本実施例では、冷凍機12による冷却容器3の冷却方式としてベビーシッタータイプの冷却方式を採用した場合について説明したが、本発明ではこれに限定されず、直接冷却タイプの冷却方式や冷凍機直冷タイプの冷却方式を採用してもよいことは言うまでもない。

【0028】

【発明の効果】以上説明した如く、本発明によれば、パッシブシールド型超電導磁石において、冷凍機が上側磁気シールド板上の漏洩磁場の小さい位置に設置されるので、冷凍機に対する磁場による悪影響を除くことができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明のパッシブシールド型超電導磁石の第1の実施例。

【図2】第1の実施例の超電導磁石における磁束分布の概略。

【図3】本発明のパッシブシールド型超電導磁石の第2の実施例。

【図4】本発明のパッシブシールド型超電導磁石の第3の実施例。

【図5】本発明のパッシブシールド型超電導磁石の第4の実施例。

【図6】ヨーク1本の場合の超電導磁石の磁束分布の概略。

【図7】本発明のパッシブシールド型超電導磁石の第5の実施例。

【図8】パッシブシールド型超電導磁石の構造例。

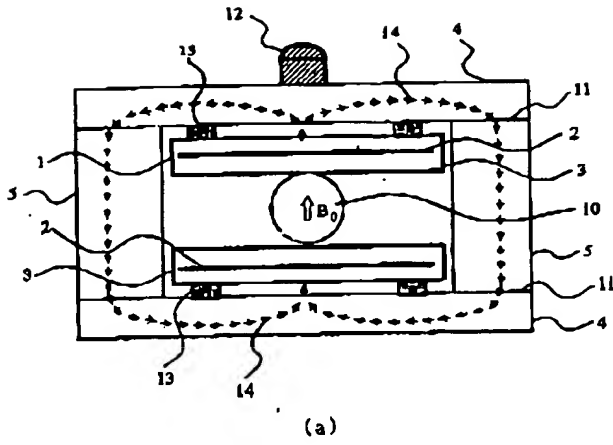
・【符号の説明】

- 1 静磁場発生源
- 2 超電導コイル
- 3 冷却容器
- 4 磁気シールド板
- 5 ヨーク
- 10 均一磁場領域
- 11 シールド板・ヨーク接合部位
- 12 冷凍機
- 13 固定部
- 14 磁束線
- 15 2つの隣合うシールド板・ヨーク接合部を結ぶ線分
- 16 垂直2等分線
- 21 冷媒容器
- 22, 23 熱シールド
- 24 真空容器
- 25 穴
- 26 冷凍機本体
- 27 第1ステージ冷却部
- 28 第2ステージ冷却部
- 29, 30, 31 管

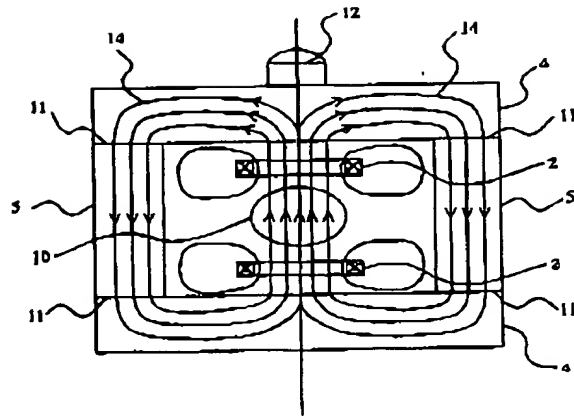
(6)

特開2011-155831

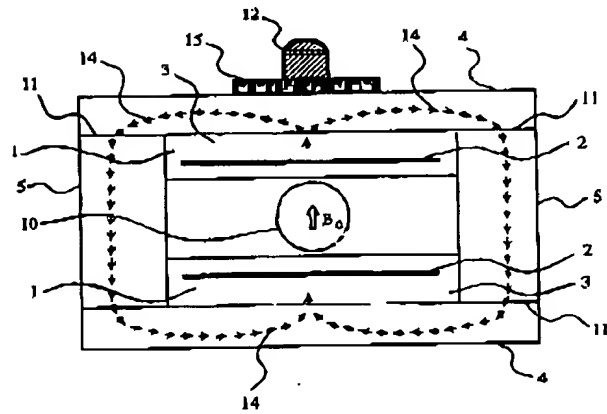
【図1】



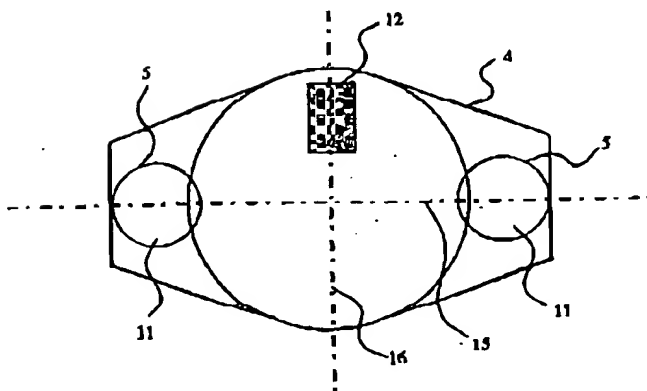
【図2】



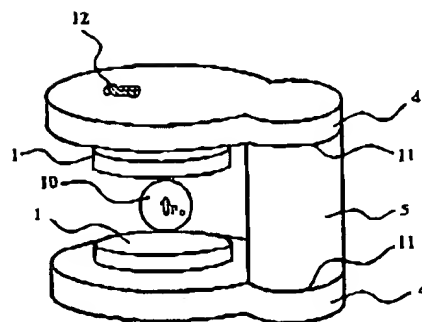
【図4】



【図3】



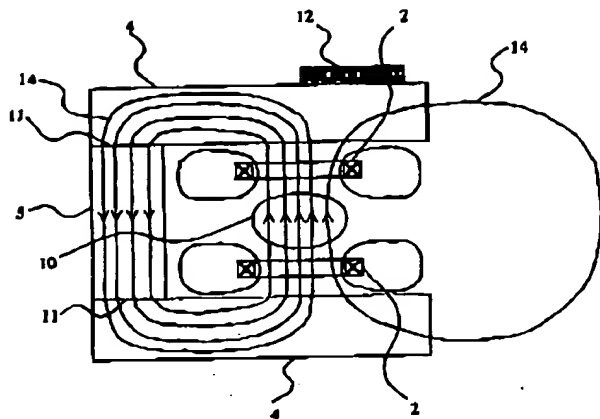
【図5】



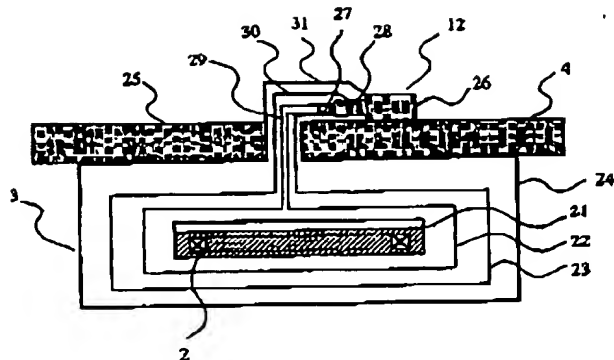
(7)

特開平11-155831

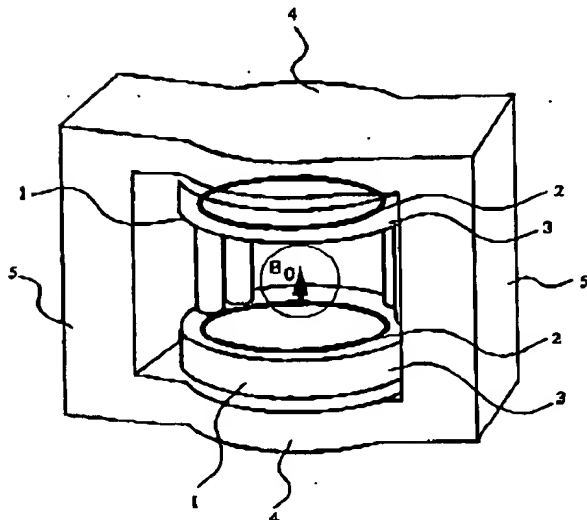
【図6】



【図7】



【図8】



フロントページの続き

(72)発明者 竹島 弘隆
東京都千代田区内神田一丁目1番14号 株
式会社日立メディコ内
(72)発明者 八尾 武
東京都千代田区内神田一丁目1番14号 株
式会社日立メディコ内

(72)発明者 本名 孝男
東京都千代田区内神田一丁目1番14号 株
式会社日立メディコ内
(72)発明者 田邊 肇
東京都千代田区丸の内二丁目2番3号 三
菱電機 株式会社内

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平11-197132

(13) 公開日 平成11年(1999) 7月27日

(51) Int.Cl. ⁸	識別記号	FI	A 6 1 B 5/05	3 6 2
A 6 1 B 5/055				3 3 1
G 0 1 R 33/421			G 0 1 N 24/02	5 4 0 A
33/3815			24/06	5 1 0 C
H 0 1 F 6/00	Z A A		H 0 1 F 7/22	Z A A A
審査請求 未請求 請求項の数 6 FD (全 8 頁)				
(21) 出願番号	特願平10-16470	(71) 出願人	000153498	
(22) 出願日	平成10年(1998) 1月13日	(72) 発明者	株式会社日立メディコ 東京都千代田区内神田 1丁目 1番14号	
		(72) 発明者	田崎 寛 東京都千代田区内神田一丁目 1番14号 株式会社日立メディコ内	
		(72) 発明者	飯塚 千賀子 東京都千代田区内神田一丁目 1番14号 株式会社日立メディコ内	
		(72) 発明者	竹島 弘隆 東京都千代田区内神田一丁目 1番14号 株式会社日立メディコ内	
最終頁に続く				

(54) 【発明の名称】 パッシブシールド型超電導磁石

(57) 【要約】

【課題】 磁気シールドについて、強磁性体を効率良く配置して、装置全体を大型化することなく、漏洩磁場が小さく、磁場均一度の高い静磁場を発生するパッシブシールド型超電導磁石を提供する。

【解決手段】 本発明の磁石では、均一磁場領域 (1) を挟んで上下方向に静磁場発生源 (2) が配置され、その周囲に磁気シールドを構成する磁気シールド板 (6) とヨーク (7) が配置される。磁気シールド板 (6) とヨーク (7) とは接合部 (12) にて磁氣的に結合されている。接合部 (12) 近傍の磁気シールド板 (6) の静磁場発生源 (2) に対向する面側に、磁気シールド板 (6) とヨーク (7) とに接するように笠型の傾斜面 (11) を持つ強磁性体 (10) が取り付けられている。この構成では、磁束線 (14) が強磁性体片 (10) を通るようになり、全体として磁束線 (14) は磁気シールド板 (6) の静磁場発生源 (2) 寄りに高密度で分布することになる。

